



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 05 431 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
B 60 K 41/00
B 60 K 26/00
B 60 L 11/00
B 60 K 6/04

②1 Aktenzeichen: 195 05 431.8
②2 Anmeldetag: 17. 2. 95
④3 Offenlegungstag: 22. 8. 96

DE 195 05 431 A 1

⑦1 Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

⑦2 Erfinder:
Götz, Georg, 84439 Steinkirchen, DE; Brinz, Karl,
80807 München, DE; Krause, Jürgen, 80469
München, DE; Preis, Michael, 86343 Königsbrunn,
DE; Friedmann, Siegfried, 85376 Massenhausen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 44 053 A1
DE 43 41 817 A1
DE 42 05 770 A1
DE 41 33 013 A1
DE 41 09 379 A1
DE 32 33 193 A1
DE 24 06 222 A1

MÜLLER, Hans-Georg: Die Entwicklung und
Erprobung des Hybrid-Elektrobusses. In: Verkehr
und Technik 19798, H.9, S.374,375;

⑤4 Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge mit einer Mehrzahl von leistungsumsetzenden Komponenten

⑤7 Bei einem Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge mit einer Mehrzahl von leistungsumsetzenden Komponenten sowie mit Mitteln zur Bestimmung des Wirkungsgrades der einzelnen Komponenten sind Mittel zur Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades aus den Wirkungsgraden der einzelnen Komponenten sowie Mittel zur Berechnung und Einstellung eines Wertes für einen wirkungsgradbeeinflussenden Parameter einer Komponente zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades vorhanden.
Vorzugsweise sind wirkungsgradbeeinflussende Parameter, deren Werte zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades einstellbar sind, die Leistung bzw. eine der Leistung proportionale Größe, die von einer leistungserzeugenden Komponente abzugeben ist, und/oder die Drehzahl bzw. eine der Drehzahl einer Komponente proportionale Größe.

DE 195 05 431 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge mit einer Mehrzahl von leistungsumsetzenden Komponenten nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Leistungssteuersystem ist beispielsweise aus der DE 41 33 013 A1 bekannt. Das aus der DE 41 33 013 A1 bekannte Leistungssteuersystem ist für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, das eine aus einem Verbrennungsmotor und einem Generator bestehende Einheit enthält, die über eine Energieverteiler-Leistungselektronik Strom an mit Antriebsrädern gekoppelte Elektromotoren liefert. Bei diesem bekannten Leistungssteuersystem ist der Verbrennungsmotor eine leistungsumsetzende Komponente in Form einer primär leistungserzeugenden Komponente. Weitere leistungsumsetzende Komponenten sind beispielsweise der Generator, der Elektromotor und der Energiespeicher. Weiterhin sind Mittel zur Bestimmung und zur Berücksichtigung des Wirkungsgrades der einzelnen Komponenten, insbesondere des Energiespeichers, des Verbrennungsmotors und des Generators, vorhanden. Bei dem aus der DE 41 33 013 A1 bekannten System wird insbesondere die durch den Verbrennungsmotor abzugebende Leistung in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern und Randbedingungen, insbesondere vom Kraftstoffverbrauch bzw. dem Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors, gesteuert. Bei dieser Leistungssteuerung steht im Vordergrund, eine fahrerwunschabhängige Antriebs-Leistung mittels optimaler Leistungsverteilung der durch die leistungsumsetzenden Komponenten für den Antrieb gelieferten Leistungsanteile zu erzeugen. Zwar wird diese Leistungsverteilung in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern und Randbedingungen vorgenommen; wird sie jedoch in Abhängigkeit von der Randbedingung "Kraftstoffverbrauch" bzw. "günstigster Wirkungsgrad" des Verbrennungsmotors durchgeführt, werden die Wirkungsgrade der anderen Komponenten vernachlässigt. Hierdurch findet jedoch insgesamt keine Kraftstoffverbrauchsoptimierung statt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Leistungssteuersystem eingangs genannter Art derart zu verbessern, daß insbesondere der Verbrauch der Primärenergiequelle, wie z. B. der Kraftstoff, möglichst in jedem Betriebszustand minimiert wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge mit einer Mehrzahl von leistungsumsetzenden Komponenten sowie mit Mitteln zur Bestimmung des Wirkungsgrades der einzelnen Komponenten sind Mittel zur Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades aus den Wirkungsgraden der einzelnen Komponenten sowie Mittel zur Berechnung und Einstellung mindestens eines Wertes für einen wirkungsgradbeeinflussenden Parameter einer Komponente zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades vorhanden.

Leistungsumsetzende Komponenten sind beispielsweise in Abhängigkeit von der Antriebsanordnung eines Kraftfahrzeuges: ein Verbrennungsmotor, ein Generator, ein Elektromotor, ein Getriebe (z. B. Stufengetriebe, CVT-Getriebe) oder ein elektrischer Energiespeicher (z. B. Batterie, Kreisel, Supercap).

Wirkungsgradbeeinflussende Parameter hierfür sind beispielsweise: die Drehzahl bzw. eine der Drehzahl proportionale Größe und die Leistung bzw. eine der

Leistung proportionale Größe (z. B. Drehmoment) sowie Stellmittel zu deren Beeinflussung; die Übersetzung (Stufengetriebe, CVT); die Lademenge und/oder konstruktive Batteriebedingungen; die Temperaturen der Komponenten. Vorzugsweise sind für jede Komponente Kennfelder vorgesehen, die den Wirkungsgrad in Abhängigkeit von den interessierenden Parametern angeben.

Ein optimaler Gesamtwirkungsgrad kann beispielsweise der maximal mögliche Gesamtwirkungsgrad oder ein Gesamtwirkungsgrad oberhalb eines definierten Grenz-Wirkungsgrades in Verbindung mit einer oder mehreren weiteren Bedingungen sein.

Vorzugsweise wird die Berechnung des Wertes für einen wirkungsgradbeeinflussenden Parameter einer Komponente zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades iterativ vorgenommen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Patentanspruch 2 ist ein wirkungsgradbeeinflussender Parameter, dessen Wert zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades einstellbar ist, die abzugebende Leistung einer Komponente bzw. eine Größe, die der von einer leistungserzeugenden Komponente abzugebenden Leistung proportional ist, wie z. B. das (Dreh-)Moment. Diese Größe wird im folgenden nur Leistung genannt.

Beispielsweise wird von einer durch den Fahrerwunsch vorgegebenen Leistung ausgegangen, hierfür und für weitere höhere Leistungswerte der Gesamtwirkungsgrad aller Komponenten berechnet und daraufhin die Leistung abgegeben, durch die ein optimaler, vorzugsweise maximaler, Gesamtwirkungsgrad erreicht wird. Eine über die fahrerwunschabhängige abzugebende Leistung hinausgehende Leistung zum Erreichen des optimalen Gesamtwirkungsgrades wird vorzugsweise jedoch nur dann abgegeben, wenn dieser Leistungsüberschuß vorteilhaft ausgenutzt werden kann.

Durch eine geeignete Einstellung der Leistung bzw. des Drehmoments entsprechend der Berechnungen wird eine optimale Energiebilanz für das gesamte Antriebssystem erreicht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Patentanspruch 3 ist ein wirkungsgradbeeinflussender Parameter, dessen Wert zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades einstellbar ist, die Drehzahl einer Komponente bzw. eine der Drehzahl proportionale Größe, im folgenden nur Drehzahl genannt.

Diese erfindungsgemäße Weiterbildung ist besonders vorteilhaft bei Antriebssystemen mit CVT-Getrieben. Insbesondere in Verbindung mit dem Gegenstand nach Patentanspruch 2 ist eine Optimierung des Gesamtwirkungsgrades nach dieser Weiterbildung besonders flexibel möglich.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Patentanspruch 4 ist ein elektrischer Energiespeicher als leistungsumsetzende Komponente vorhanden. Die von einer leistungserzeugenden Komponente abzugebende Leistung ist aus einem fahrerwunschabhängigen Leistungsanteil und aus einem zusätzlichen Leistungsanteil zusammengesetzt. Dieser zusätzliche Leistungsanteil wird zum Laden des elektrischen Energiespeichers verwendet.

Somit wird nicht nur der Verbrauch der Primärenergiequelle, wie z. B. der Kraftstoffverbrauch, minimiert, sondern auch ein zusätzlicher vorteilhafter Zweck erreicht.

In einer vorteilhaften Weiterbildung gemäß Patentanspruch 5 wird ein Laden des elektrischen Energiespei-

chers mittels dieses zusätzlichen Leistungsanteils anstelle einer — z. B. für eine schnellere Ladung erforderlichen — höheren Leistung nur dann zugelassen, wenn im elektrischen Energiespeicher eine momentane Lademenge vorhanden ist, die mindestens so groß wie eine definierte Grenz-Lademenge ist.

Durch diese vorteilhafte Weiterbildung wird verhindert, daß negative Auswirkungen, wie z. B. das Tiefentladen einer Batterie, aufgrund der primärenergieverbrauchs-minimierenden Maßnahmen eintreten.

In einer vorteilhaften Weiterbildung gemäß Patentanspruch 6 wird ein Laden des elektrischen Energiespeichers mittels dieses zusätzlichen Leistungsanteils nur dann zugelassen, wenn der Gesamtwirkungsgrad mindestens so groß wie ein definierter Grenz-Wirkungsgrad ist. Vorzugsweise wird der Grenz-Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom momentanen Ladezustand des Energiespeichers definiert.

Mit dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden z. B. batteriebezogene Randbedingungen, wie der ladungsabhängige Wirkungsgrad der Energieaufnahme und Energieabgabe, berücksichtigt.

Das erfindungsgemäße Leistungssteuersystem wirkt sich besonders vorteilhaft bei seriellen oder parallelen Hybridantrieben für Kraftfahrzeuge aus, da gerade für Hybridantriebe die Problematik besteht, einerseits möglichst wenig Kraftstoff zu verbrauchen und andererseits, insbesondere bei einer hohen Leistungsanforderung durch den Fahrerwunsch, ggf. ausreichende elektrische Energie zur Verfügung stellen zu müssen. Insbesondere bei einer Anwendung des erfindungsgemäßen Leistungssteuersystems in Hybridfahrzeugen wird vorzugsweise bei der Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades der Komponenten der gesamte Energiefluß — von Energie-Erzeugung über Energie-Zwischenspeicherung bis zur Energie-Abgabe an den Vortrieb — berücksichtigt. Allgemein führt die erfindungsgemäße Gesamtwirkungsgradoptimierung zur Minimierung der Primärenergie, die durch eine leistungserzeugende Komponente als leistungsumsetzende Komponente verbraucht wird.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 Kennlinien gleichen Wirkungsgrades für einen Verbrennungsmotor als leistungserzeugende Komponente in Abhängigkeit von dessen Drehzahl und Leistung (bzw. Drehmoment),

Fig. 2 Kennlinien gleichen Wirkungsgrades für einen Generator als weitere leistungsumsetzende Komponente in Abhängigkeit von dessen Drehzahl und Leistung,

Fig. 3 Kennlinien zur Darstellung des Wirkungsgrades eines elektrischen Energiespeichers in Abhängigkeit von der durch den Verbrennungsmotor gelieferten Energie und dem Ladezustand des elektrischen Energiespeichers und

Fig. 4 unterschiedliche Ladestrategien für einen elektrischen Energiespeicher in Abhängigkeit vom Gesamtwirkungsgrad und vom momentanen Ladezustand.

In Fig. 1 ist auf der Abszisse die Drehzahl n_v des Verbrennungsmotors und auf der Ordinate das Drehmoment M_v bzw. die Leistung P_v des Verbrennungsmotors dargestellt. Das Drehmoment M_v ist beispielsweise eine Größe, die der abzugebenden Leistung P_v proportional ist. Im Diagramm sind Kennlinien gleichen Wirkungsgrades ($e_v = \text{const}$) eingetragen.

Üblicherweise sind in einem Kraftfahrzeug verschiedene Sensoren zur Erfassung verschiedener Betriebsgrößen, wie z. B. der Drehzahl, des Fahrerwunsches, der

Drehmomente bzw. Leistungen oder des Ladezustands der Batterie vorhanden. Der Fahrerwunsch wird beispielsweise durch ein Signal ermittelt, das die Stellung des Fahrpedals oder die Stellung der Drosselklappe, die durch das Fahrpedal betätigt wird, wiedergibt. Darüber hinaus ist üblicherweise ein elektronisches Steuergerät vorgesehen, das — z. B. zur Leistungssteuerung — verschiedene Aktuatoren in Abhängigkeit von den Sensorsignalen ansteuert und das die Wirkungsgrad-Kennlinien enthält.

In Fig. 1 ist ein unterer Betriebspunkt auf einer Kennlinie eingezeichnet, der bei einem gegebenen ersten Drehzahlwert n_{v1} den fahrerwunschabhängigen Leistungsanteil P_w darstellt, der mindestens abzugeben ist, um eine vom Fahrer gewünschte Antriebsleistung zu erzeugen. Diesem fahrerwunschabhängigen Leistungsanteil P_w ist ein Verbrennungsmotor-Wirkungsgrad e_{v0} entsprechend den in Fig. 1 dargestellten Kennlinien, die beispielsweise in Form von Tabellen im elektronischen Steuergerät abgespeichert sind, zugeordnet. Im folgenden werden für mehrere Werte der Leistung P_v (P_{v1} , P_{v2}), die größer als der Wert des fahrerwunschabhängigen Leistungsanteils $P_{v0} = P_w$ sind, die jeweils zugeordneten Verbrennungsmotor-Wirkungsgrade e_v bestimmt.

Beispielsweise ergibt sich für einen eingezeichneten mittleren Betriebspunkt, der durch den Drehzahlwert n_{v1} und den sich aus dem fahrerwunschabhängigen Leistungsanteil P_w und einem zusätzlichen Leistungsanteil dP_1 zusammensetzenden Leistungswert P_{v1} definiert ist, der Verbrennungsmotor-Wirkungsgrad e_{v1} .

Ebenso liegt bei einem oberen Betriebspunkt der Verbrennungsmotor-Wirkungsgrad e_{v2} vor. Der obere Betriebspunkt ist durch den Drehzahlwert n_{v1} und durch die Leistung P_{v2} definiert, die sich durch die Addition des fahrerwunschabhängigen Leistungsanteils P_w mit einem zusätzlichen Leistungsanteil $dP_1 + dP_2$ ergibt.

Wird in einer Alternative (gestrichelt dargestellt) beispielsweise davon ausgegangen, daß ein CVT-Getriebe vorgesehen ist, wodurch eine beliebige Drehzahleinstellung möglich ist, könnte der obere Betriebspunkt auch bei dem zweiten Drehzahlwert n_{v2} und dem Leistungswert $P_{v'} = P_{v2}$ festgelegt werden. Eine Drehzahlerhöhung auf den Drehzahlwert n_{v2} gleichzeitig mit einer Leistungserhöhung auf den Leistungswert $P_{v'} = P_{v2}$ zur Einstellung dieses alternativen oberen Betriebspunktes wäre besonders vorteilhaft, da in diesem Fall bei gleicher Leistung P_{v2} ein höherer Verbrennungsmotor-Wirkungsgrad e_{v3} erzielt werden würde. Diese Ausführung wäre möglich, wenn z. B. sowohl die abzugebende Leistung als auch die Drehzahl als wirkungsgradbeeinflussende Parameter einstellbar wären. Im folgenden wird der Einfachheit halber jedoch beispielhaft nur auf die Optimierung des Gesamtwirkungsgrades mittels der abzugebenden Leistung als einzustellender Wert eines wirkungsgradbeeinflussenden Parameters eingegangen.

Jedem dieser drei ermittelten Verbrennungsmotor-Wirkungsgrade e_{v0} , e_{v1} , e_{v2} kann eine von dem Verbrennungsmotor abzugebende Leistung P_v bzw. P_{v0} , P_{v1} und P_{v2} zugeordnet werden, die zur Einstellung der drei dargestellten Betriebspunkte notwendig wäre:

$$P_{v0} = P_w$$

$$P_{v1} = P_w + dP_1$$

$$P_{v2} = P_w + dP_1 + dP_2$$

Selbstverständlich könnten anstelle der Leistungswerte P_v auch Drehmomentwerte M_v eingesetzt werden.

Gemäß Fig. 2 kann jedem dieser Werte P_{v0} , P_{v1} und P_{v2} der Leistung des Verbrennungsmotors eine Leistung P_g bzw. ein Drehmoment M_g des mit dem Verbrennungsmotor verbundenen Generators zugeordnet werden. Im Diagramm nach Fig. 2 sind wiederum Kennlinien gleichen Wirkungsgrades ($e_g = \text{const}$) für den Generator in Abhängigkeit von der Generatordrehzahl n_g und dem Generatorleistungsmoment M_g bzw. der Generatorleistung P_g dargestellt. Entsprechend dem Leistungswert P_{v0} und der daraus resultierenden Generatorleistung P_{g0} wird ein Generator-Wirkungsgrad e_{g0} erreicht. Ebenso ergeben sich aus den anderen Leistungswerten P_{v1} und P_{v2} für die Generatorleistungswerte P_{g1} und P_{g2} die Werte des Generator-Wirkungsgrades e_{g1} und e_{g2} . Ergänzend sein angemerkt, daß in einer Alternative z. B. auch die Leistung P_g bzw. das Drehmoment M_g und/oder die Drehzahl n_g des Generators als einstellbare Werte wirkungsgradbeeinflussender Parameter zur Optimierung des Gesamtwirkungsgrades eingesetzt werden könnten.

In Fig. 3 werden in Abhängigkeit von der Lademenge Q des elektrischen Energiespeichers, vorzugsweise einer Batterie, der Batterie-Wirkungsgrad e_b für die berechneten Leistungswerte P_{v0} , P_{v1} , P_{v2} dargestellt. In dem Diagramm nach Fig. 3 ergeben sich für die momentane Lademenge $bist$ und für die drei genannten Leistungswerte P_{v0} , P_{v1} , P_{v2} die Batterie-Wirkungsgrade e_{b0} , e_{b1} und e_{b2} . Weiterhin sind nach dem Diagramm in Fig. 3 eine minimale Lademenge Q_{min} und eine maximale Lademenge Q_{max} gestrichelt eingetragen. In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird ein Batterie-Wirkungsgrad e_b nur innerhalb dieser beiden Grenzen Q_{min} und Q_{max} berechnet. Außerhalb dieser beiden Grenzen kann beispielsweise eine Zwangsladung vorgenommen werden.

Im folgenden wird der Gesamtwirkungsgrad e_{ges} in Abhängigkeit von den drei einzelnen Wirkungsgraden der Komponenten Verbrennungsmotor, Generator und Batterie berechnet:

$$e_{ges} = e_{vi} \times e_{gi} \times e_{bi}, \text{ wobei } i = 0, 1, 2$$

Beispielsweise ergibt sich für den Leistungswert P_{v1} des Verbrennungsmotors ein Gesamtwirkungsgrad e_{ges1} von $e_{v1} \times e_{g1} \times e_{b1}$. Somit ergeben sich rechnerisch für alle drei Leistungswerte P_{v0} , P_{v1} und P_{v2} die drei Gesamtwirkungsgrade e_{ges0} , e_{ges1} und e_{ges2} . Zur Ermittlung des optimalen Gesamtwirkungsgrades e_{opt} wird beispielsweise eine Maximalauswahl vorgenommen. Somit ist der optimale Gesamtwirkungsgrad $e_{opt} = \max(e_{ges0}, e_{ges1}, e_{ges2})$. Ist beispielsweise der Gesamtwirkungsgrad e_{ges1} der maximale bzw. optimale Gesamtwirkungsgrad e_{opt} , wird auf diese Berechnung hin vom Steuergerät die Leistung P_v bzw. das Drehmoment M_v eingestellt, das sich aus der Addition des fahrerwunschartigen Leistungsanteils P_w und des zusätzlichen Leistungsanteils dP_1 ergibt. Ergänzend kann auch eine andere Drehzahl eingestellt werden. Vorzugsweise wird diese Einstellung jedoch nur dann vorgenommen, wenn der sich dadurch ergebende Gesamtwirkungsgrad e_{ges1} größer als ein definierter Grenz-Wirkungsgrad e_{grenz} (vgl. Fig. 4) ist.

In Fig. 4 ist auf der Ordinate der berechnete Gesamtwirkungsgrad e_{ges} und auf der Abszisse die Lademenge Q eines elektrischen Energiespeichers als leistungsum-

setzende Komponente aufgetragen.

Gemäß Fig. 4 sind in Abhängigkeit von der Lademenge Q der Batterie verschiedene Bereiche B1 bis B5 vorgesehen, innerhalb derer unterschiedliche Ladestrategien vorgenommen werden können. Beispielsweise kann in einer ersten Ausführung ein Laden der Batterie entsprechend dem erfindungsgemäßen Leistungssteuersystem lediglich in den Bereichen B2, definiert durch die untere Grenze Q_{min} und die obere Grenze Q_{max} , und/oder B3, definiert durch die untere Grenze Q_{max} und die obere Grenze Q_{oben} , vorgenommen werden. Es muß z. B. eine minimale Grenz-Lademenge Q_{min} vorhanden sein. Liegt die momentane Lademenge Q unterhalb der definierten minimalen Grenz-Lademenge Q_{min} wird beispielsweise eine wirkungsgradunabhängige Zwangsladung vorgenommen (Bereich B1), um z. B. eine Tiefentladung des elektrischen Energiespeichers zu verhindern. Im Bereich B5, in dem die Batterie zumindest nahezu vollständig geladen ist, kann beispielsweise ein Kalibrierladen vorgenommen werden. Außerdem empfiehlt es sich insbesondere bei Hybridfahrzeugen, den Bereich B5 für ein rekuperatives Einspeisen von Bremsenergie zu nutzen.

In den Bereichen B2 und B3 wird zunächst folgendermaßen vorgegangen:

Für die verschiedenen Leistungen, P_w , $P_w + dP_1$ und $P_w + dP_1 + dP_2$, werden die Gesamtwirkungsgrade e_{ges0} , e_{ges1} und e_{ges2} bestimmt. Diese Gesamtwirkungsgrade e_{ges0} , e_{ges1} und e_{ges2} werden mit dem Grenz-Wirkungsgrad e_{grenz} verglichen, der (wie in Fig. 4 dargestellt) z. B. abhängig von der Lademenge Q definiert ist.

Im Bereich B2 wird für die Gesamtwirkungsgrade e_{ges0} , e_{ges1} und e_{ges2} , die oberhalb des Grenz-Wirkungsgrades e_{grenz} liegen, die maximale Leistung $\max(P_w, P_w + dP_1, P_w + dP_1 + dP_2)$ ermittelt und eingestellt. Somit ist im Bereich B2 in einer ersten Ausführung der optimale Gesamtwirkungsgrad e_{opt} der Gesamtwirkungsgrad, der größer als der Grenz-Wirkungsgrad e_{grenz} ist und sich durch die maximale Leistung (bzw. durch das maximale Drehmoment) ergibt.

Im Bereich B3 ist in einer zweiten Ausführung der optimale Gesamtwirkungsgrad der maximale aller Gesamtwirkungsgrade e_{ges0} , e_{ges1} und e_{ges2} , wenn der maximale Gesamtwirkungsgrad größer als der Grenz-Wirkungsgrad e_{grenz} ist.

Ergänzend wird festgestellt, daß die Bestimmung des Wirkungsgrades der einzelnen Komponenten in Abhängigkeit von beliebig vielen, den Wirkungsgrad beeinflussenden Parametern, z. B. auch von Temperaturwerten, vorgenommen werden kann.

Beispielsweise können auch die Werte der definierten Grenz-Lademengen, Q_{min} , Q_{max} oder Q_{oben} , und/oder des Grenz-Wirkungsgrades e_{grenz} in Abhängigkeit von weiteren Parametern, z. B. fahreradaptiv, verschoben werden. Eine Fahreradaptation ist beispielsweise besonders vorteilhaft bei Hybridfahrzeugen, in denen eine Betriebsart "nur Elektromotor" oder "Verbrennungsmotor und Elektromotor" manuell oder automatisch einstellbar ist. Zur manuellen Einstellung ist beispielsweise ein vom Fahrer zu betätigender Wahlschalter vorgesehen. Zur automatischen Einstellung werden vom Steuergerät verschiedene vom Fahrer betätigte Fahrzeugbedienelemente ausgewertet, wie das Fahrpedal, die Drosselklappe, die Bremse und die Kupplung, um beispielsweise den Fahrertyp zu ermitteln. Wird ein Fahrertyp ermittelt, der besonders häufig die elektrische Leistung allein oder als Zusatzleistung benötigt, werden die adaptiv verschiebbaren Grenzwerte (z. B. Q_{min} ,

Q_{\max} , e_{grenz}) entsprechend angepaßt, um den benötigten Ladezustand des elektrischen Energiespeichers aufrechtzuerhalten.

Durch dieses erfindungsgemäße Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge ist eine Möglichkeit geschaffen, den Primärenergieverbrauch einer leistungserzeugenden Komponente in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebszustand zu minimieren und dabei eine ausreichende Energiespeicherung einer leistungsspeichernden Komponente zur gewährleisten.

Sowohl eine leistungsspeichernde als auch eine leistungserzeugende Komponente sind hier Beispiele für leistungsumsetzende Komponenten.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Leistungssteuersystem für Kraftfahrzeuge mit einer Mehrzahl von leistungsumsetzenden Komponenten sowie mit Mitteln zur Bestimmung des Wirkungsgrades der einzelnen Komponenten, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel zur Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades (e_{ges}) aus den Wirkungsgraden (e_v , e_g , e_b) der einzelnen Komponenten sowie Mittel zur Berechnung und Einstellung eines Wertes für einen wirkungsgradbeeinflussenden Parameter (M_v , P_v , n_v , M_g , n_g , Q) einer Komponente zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades vorhanden sind.
2. Leistungssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein wirkungsgradbeeinflussender Parameter, dessen Wert zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades einstellbar ist, die Leistung (P_v , P_g) bzw. eine der Leistung proportionale Größe (M_g , M_v) ist, die von einer leistungserzeugenden Komponente abzugeben ist.
3. Leistungssteuersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein wirkungsgradbeeinflussender Parameter, dessen Wert zum Erreichen eines optimalen Gesamtwirkungsgrades einstellbar ist, eine der Drehzahl einer Komponente proportionale Größe (n_v , n_g) ist.
4. Leistungssteuersystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektrischer Energiespeicher vorhanden ist, daß die Leistung bzw. die der abzugebenden Leistung proportionale Größe (M_v , P_v ; P_{v0} , P_{v1} , P_{v2}) aus einem fahrerwunschanhängigen Leistungsanteil (P_w) und aus einem zusätzlichen Leistungsanteil (dP_1 , $dP_1 + dP_2$, $dP_1 + dP_2 + dP_3$) zusammengesetzt ist, und daß dieser zusätzliche Leistungsanteil zum Laden des elektrischen Energiespeichers verwendet wird.
5. Leistungssteuersystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Laden des elektrischen Energiespeichers mittels dieses zusätzlichen Leistungsanteils (dP_1 , $dP_1 + dP_2$, $dP_1 + dP_2 + dP_3$) anstelle einer höheren Leistung nur dann zugelassen wird, wenn im elektrischen Energiespeicher eine momentane Lademenge (Q) vorhanden ist, die mindestens so groß wie eine definierte Grenz-Lademenge (Q_{\min}) ist.
6. Leistungssteuersystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Laden des elektrischen Energiespeichers mittels dieses zusätzlichen Leistungsanteils (dP_1 , $dP_1 + dP_2$, $dP_1 + dP_2 + dP_3$) nur dann zugelassen wird, wenn der Gesamtwirkungsgrad (e_{ges}) mindestens so groß wie ein definierter Grenz-Wirkungsgrad (e_{grenz}) ist.

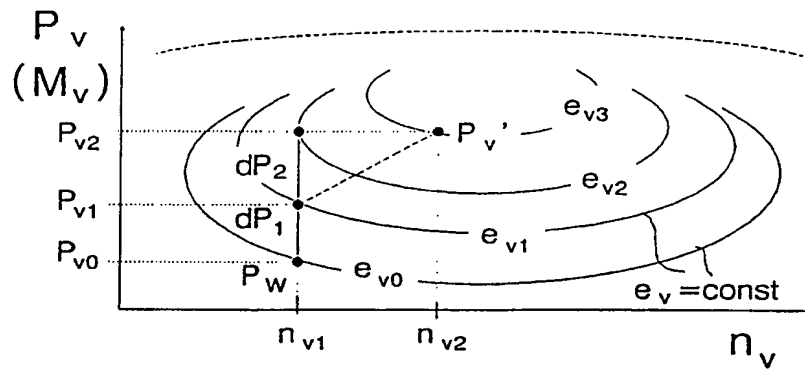


Fig. 1

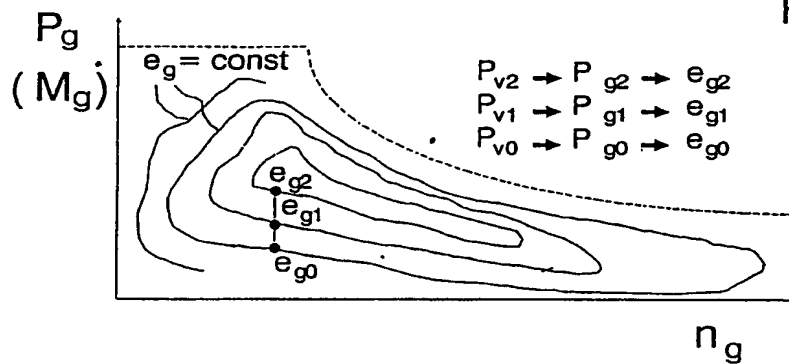


Fig. 2

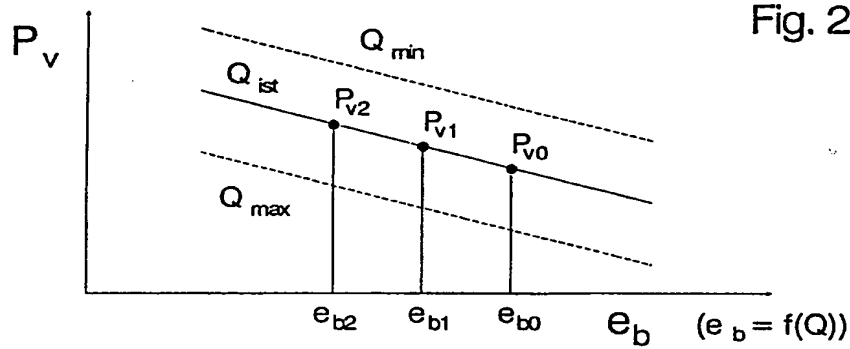


Fig. 3

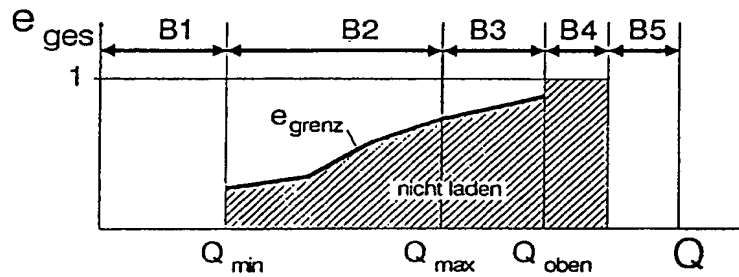


Fig. 4